# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

2003-238037

(43) Date of publication of application: 27.08.2003

(51)Int.Cl.

B66B 1/30

(21)Application number: 2002-060752

(71) Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing: **06.03.2002** 

(72)Inventor: SAKAI MASAYA

UEDA TAKAMI SASAGAWA KOICHI

(30)Priority

Priority number : 2001375697

Priority date: 10.12.2001

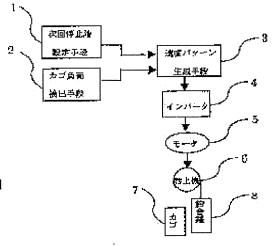
Priority country: JP

# (54) CONTROL DEVICE FOR ELEVATOR

# (57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a control device for an elevator which can change a maximum speed or an acceleration according to a load and a traveling distance and reduce a driving time and a moving time of a passenger so as to improve operating efficiency of a car.

SOLUTION: This elevator where a winding machine 6 having a balance weight 8 connected to a passenger car 7 through a rope is driven by a motor 5 supplied with power by an inverter 4 is provided with a car load detecting means 2 for measuring the weight of the passenger car 7 as a car load, a next—stop floor setting means 1 for setting a next floor to stop, and a car speed pattern generating means 3 for generating a car speed pattern that the passenger car 7 reaches the next floor to stop within the shortest time and in a driving range allowed for the motor 5 based on the car load obtained by the car load detecting means 2 and the next—stop floor setting means 1.



#### (19)日本国特許庁(JP)

# (12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号 特開2003-238037 (P2003-238037A)

(43)公開日 平成15年8月27日(2003.8.27)

(51) Int.Cl.7

識別記号

 $\mathbf{F}$  I

テーマコート\*(参考)

B 6 6 B 1/30

B66B 1/30 В 3F002

H

審査請求 未請求 請求項の数9

OL (全 15 頁)

(21)出願番号

特願2002-60752(P2002-60752)

(22)出願日

平成14年3月6日(2002.3.6)

(31)優先権主張番号 特願2001-375697 (P2001-375697)

(32)優先日

平成13年12月10日(2001.12.10)

(33)優先権主張国

日本 (JP)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 酒井 雅也

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72)発明者 上田 隆美

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74)代理人 100057874

弁理士 曾我 道照 (外6名)

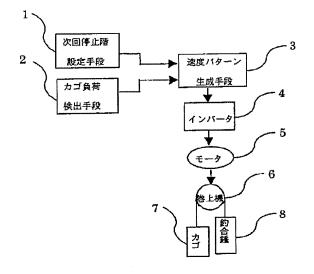
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 エレベータの制御装置

# (57)【要約】

【課題】 負荷と移動距離に応じて、最高速度や加速度 を変更し、運転時間を短縮し、乗客の移動時間を短縮し てカゴの運行効率を上げることができるエレベータの制 御装置を得る。

【解決手段】 インバータ4で給電されるモータ5によ り、乗客カゴ7にロープを介して連結された釣合錘8を 有する巻上機6を駆動するエレベータにおいて、乗客カ ゴ7の重量をカゴ負荷として計測するカゴ負荷検出手段 2と、次回停止階を設定する次回停止階設定手段1と、 カゴ負荷検出手段2によって得られるカゴ負荷と次回停 止階設定手段1によって設定される次回停止階とに基づ いてモータ5の許容されうる駆動範囲内でかつ最短時間 で次回停止階に乗客カゴ7が到達するカゴ速度パターン を生成するカゴ速度パターン生成手段3とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インバータで給電されるモータにより、 乗客カゴにロープを介して連結された釣合錘を有する巻 上機を駆動するエレベータにおいて、

上記乗客カゴの重量をカゴ負荷として計測するカゴ負荷 検出手段と、

次回停止階を設定する次回停止階設定手段と、

上記カゴ負荷検出手段によって得られるカゴ負荷と上記 次回停止階設定手段によって設定される次回停止階とに 基づいて上記モータの許容されうる駆動範囲内でかつ最 10 短時間で次回停止階に上記乗客カゴが到達するカゴ速度 バターンを生成するカゴ速度バターン生成手段とを備え たことを特徴とするエレベータの制御装置。

【請求項2】 インバータで給電されるモータにより、 乗客カゴにロープを介して連結された釣合錘を有する巻 上機を駆動するエレベータにおいて、

上記乗客カゴの重量をカゴ負荷として計測するカゴ負荷 検出手段と、

次回停止階を設定する次回停止階設定手段と、

上記インバータを構成する構成要素の温度を計測する構 20 成要素温度検出手段と、

上記構成要素の温度上昇限界値を設定する限界温度設定

上記構成要素温度検出手段から得られる構成要素温度と 上記限界温度設定手段で設定された温度上昇限界値とに 基づいて温度上昇限界許容値を演算する温度上昇許容値 演算手段と、

上記構成要素の温度上昇限界許容値と上記カゴ負荷と上 記次回停止階とに基づいて上記モータの許容されうる駆 温度上昇限界許容値以内に最短時間で上記乗客カゴが次 回停止階に到達するカゴ速度パターンを生成するカゴ速 度パターン生成手段とを備えたことを特徴とするエレベ ータの制御装置。

【請求項3】 上記速度パターン生成手段は、カゴ速度 パターンを生成する際に、カゴ最高速度、カゴ加速度、 カゴ加速度の変化率の上限を定めることを特徴とする請 求項1または2記載のエレベータの制御装置。

【請求項4】 上記カゴ速度パターン生成手段は、上記 モータに与えられるカゴ速度駆動指令に関連したモータ トルク波形を上記構成要素に流れる電流値に換算し、そ の電流値波形が上記温度上昇限界許容値の関数によって 制約される条件に基づいてカゴ速度パターンを生成する ことを特徴とする請求項2または3記載のエレベータの 制御装置。

【請求項5】 上記次回停止階設定手段は、上記カゴ速 度パターンを生成するための次回停止階をエレベータの 起動回数とカゴ出発階から次に停止する停止決定階まで の移動距離の統計量から求めたカゴの平均停止階とする ことを特徴とする請求項1または2記載のレベータ制御 50 トルクが得られず昇降機等では上昇できないといった問

装置。

【請求項6】 上記次回停止階設定手段は、上記カゴの 平均停止階を各出発階床における、停止決定階への移動 時間の期待値が最小となる停止階として設定することを 特徴とする請求項5記載のエレベータの制御装置。

【請求項7】 上記次回停止階設定手段は、上記カゴの 平均停止階を乗客需要の異なる時間帯毎の停止決定階の 統計量に基づいて設定することを特徴とする請求項5ま たは6記載のエレベータの制御装置。

【請求項8】 上記カゴ速度パターン生成手段は、上記 次回停止階と上記カゴの平均停止階を比較してカゴ速度 バターンを生成することを特徴とする請求項5~7のい ずれかに記載のエレベータの制御装置。

【請求項9】 上記カゴ速度パターン生成手段は、カゴ が停止可能な停止可能階と上記カゴの平均停止階を比較 してカゴ速度バターンを生成することを特徴とする請求 項5~8のいずれかに記載のエレベータの制御装置。

【発明の詳細な説明】

[0001]

【発明の属する技術分野】との発明は、負荷に応じて昇 降機等のモータに与える速度パターン等を変更して、加 速度や最高速度を調整するエレベータの制御装置に関す るものである。

[0002]

【従来の技術】従来のエレベータの制御装置に関する技 術について、図15を参照しながら説明する。図15 は、従来のエレベータの制御装置の出力周波数(速度: 以下周波数は速度と同じ意味)とトルクの関係を示す図 である。図15において、f0は基底周波数(定格速 動範囲内でかつ上記構成要素の予想される温度上昇量が 30 度)、Tmaxは最大出力トルク値、Txは第1の負荷 にて必要なトルク値、Tyは第2の負荷(<第1の負 荷) にて必要なトルク値、fxは第1の負荷にて出力で きる最大出力周波数、fyは第2の負荷にて出力できる 最大出力周波数をそれぞれ示す。

> 【0003】基底周波数f0以上の周波数域では、例え ば第1の負荷(必要トルクTx)に対する最大出力周波 数は、周波数fxより高い周波数帯で得られるトルクが 第1の負荷に必要なトルクTxより小さくなるため、周 波数fx以下となる。また、第2の負荷(必要トルクT y) に対する最大出力周波数は、周波数 f y より高い周 波数帯で得られるトルクが第2の負荷に必要なトルクT yより小さくなるため、周波数 f y以下となる。

> 【0004】以上により、大小各種の負荷に対して十分 なトルクを得るためには、最大負荷に対するトルクを得 ることができる出力周波数以下の周波数に運転周波数を 設定しモータを回転させていた。

> 【0005】上述したような制御装置では、負荷が小さ い場合は最大出力周波数を高く設定できるが、負荷が大 きい場合には最大出力周波数を低く設定しないと十分な

題があるため、最大出力周波数を負荷が最大の場合にて 十分なトルクが得られる周波数に設定し運転する必要が あった。

【0006】つまり、図15に示す例では、最大出力周 波数をfxに設定し、負荷が小さい場合でも最大出力周 波数がfxであった。このため、負荷が小さい場合には 最大出力周波数が低いため加速に時間がかかり、運転時 間が短縮できず効率が悪いという問題点がある。

[0007] この問題点については、特開平3-563 08号公報においては、定格周波数以上の周波数を電 圧、電流から電力値を求め、定格周波数での電力値と比 較し速度設定値を可変速装置に出力している。

【0008】また、特開平8-107699公報におけ る制御装置では、直流電力を可変周波数、可変電圧の交 流電力に変換するインバータ部を有する可変速装置にお いて、インバータ部の入力側の直流母線電圧を検出する 電圧検出回路と、インバータ部の出力側の各相の電流を 検出する電流検出回路と、検出した直流母線電圧および 検出した各相の電流を用いてインバータ部に接続された 力する制御回路とを備えている。

### [0009]

【発明が解決しようとする課題】従来の制御装置では、 運転時間を短縮するため、負荷に応じて最高速度を変更 するものであった。しかしながら、最高速度を上げただ けで運転時間が短縮するとは限らず、移動距離が短けれ は、最高速度より加速度を上げた場合の方が、運転時間 が短くなると考えられる。このため、負荷に応じて最高 速度を変更するだけでは、移動距離によって運転時間が 長くなるという問題点があった。

【0010】この発明は、上記のような問題点を解決す るためになされたものであり、負荷と移動距離に応じ て、最高速度や加速度を変更し、運転時間を短縮すると とができるエレベータの制御装置を提供することを目的 とする。

# [0011]

【課題を解決するための手段】この発明のエレベータ制 御装置は、インバータで給電されるモータにより、乗客 カゴにロープを介して連結された釣合錘を有する巻上機 を駆動するエレベータにおいて、上記乗客カゴの重量を カゴ負荷として計測するカゴ負荷検出手段と、次回停止 階を設定する次回停止階設定手段と、上記カゴ負荷検出 手段によって得られるカゴ負荷と上記次回停止階設定手 段によって設定される次回停止階とに基づいて上記モー タの許容されうる駆動範囲内でかつ最短時間で次回停止 階に上記乗客カゴが到達するカゴ速度パターンを生成す るカゴ速度パターン生成手段とを備えたものである。

【0012】また、この発明のエレベータ制御装置は、 インバータで給電されるモータにより、乗客カゴにロー プを介して連結された釣合錘を有する巻上機を駆動する 50 階設定手段1によって設定される次回停止階とからモー

エレベータにおいて、上記乗客カゴの重量をカゴ負荷と して計測するカゴ負荷検出手段と、次回停止階を設定す る次回停止階設定手段と、上記インバータを構成する構 成要素の温度を計測する構成要素温度検出手段と、上記 構成要素の温度上昇限界値を設定する限界温度設定手段 と、上記構成要素温度検出手段から得られる構成要素温 度と上記限界温度設定手段で設定された温度上昇限界値 とに基づいて温度上昇限界許容値を演算する温度上昇許 容値演算手段と、上記構成要素の温度上昇限界許容値と 10 上記カゴ負荷と上記次回停止階とに基づいて上記モータ の許容され
うる駆動範囲内でかつ上記構成要素の予想さ れる温度上昇量が温度上昇限界許容値以内に最短時間で 上記乗客カゴが次回停止階に到達するカゴ速度パターン を生成するカゴ速度パターン生成手段とを備えたもので

【0013】また、上記速度パターン生成手段は、カゴ 速度パターンを生成する際に、カゴ最高速度、カゴ加速 度、カゴ加速度の変化率の上限を定めるものである。 【0014】また、上記カゴ速度パターン生成手段は、 負荷の大小を自動判別し、最大出力周波数を決定して出 20 上記モータに与えられるカゴ速度駆動指令に関連したモ ータトルク波形を上記構成要素に流れる電流値に換算 し、その電流値波形が上記温度上昇限界許容値の関数に よって制約される条件に基づいてカゴ速度パターンを生 成するものである。

> 【0015】また、上記次回停止階設定手段は、上記カ ゴ速度パターンを生成するための次回停止階をエレベー タの起動回数とカゴ出発階から次に停止する停止決定階 までの移動距離の統計量から求めたカゴの平均停止階と するものである。

【0016】また、上記次回停止階設定手段は、上記カ ゴの平均停止階を各出発階床における、停止決定階への 移動時間の期待値が最小となる停止階として設定するも のである。

【0017】また、上記次回停止階設定手段は、上記カ ゴの平均停止階を乗客需要の異なる時間帯毎の停止決定 階の統計量に基づいて設定するものである。

【0018】また、上記カゴ速度パターン生成手段は、 上記次回停止階と上記カゴの平均停止階を比較してカゴ 速度パターンを生成するものである。

【0019】また、上記カゴ速度パターン生成手段は、 カゴが停止可能な停止可能階と上記カゴの平均停止階を 比較してカゴ速度パターンを生成するものである。

### [0020]

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を、 図に基づいて説明する。

実施の形態1. 図1は、この発明の実施の形態1を示す 構成図である。図1において、1は次回停止階を設定す る次回停止階設定手段、2はカゴ負荷検出手段、3はカ ゴ負荷検出手段2によって得られるカゴ負荷と次回停止

タ5の許容されうる駆動範囲内でかつ最短時間で次回停 止階に乗客カゴ7が到達するカゴ速度パターンを生成す るカゴ速度パターン生成手段、4はインバータ、6は乗 客カゴ7にロープを介して連結された釣合錘8を有する 巻上機である。

【0021】次回停止階設定手段1は乗り場およびカゴ 内に次回停止階を登録するための装置を設けることによ り実現することができる。また、無線等の通信手段によ って遠隔からも設定することができる。

【0022】次に、動作について、図2~図5を参照し 10 ながら説明する。図2は、モータトルクとモータ回転数 の特性を表す図である。図3は、モータ5、巻上機6、 カゴ7、釣合錘8の関係を示した図である。図4の下段 はモータトルクパターンを表し、その上段はそのときの カゴ速度パターンを表す。図5はカゴ速度パターンを生 成するための処理手順を示したフローチャートである。\*

\* [0023] 図2において、モータ5はモータトルク軸 と曲線上で囲まれる斜線部の領域とその境界上を含む領 域内での動作が可能である。この領域は凸集合であれば よいが、そうでない場合も動作領域を凸集合となるよう に近似するなどすればよい。トルクが正の領域は力行状 態、負の領域は回生状態を表す。との領域をΩで表す。 【0024】図3において、Tmはモータトルク、Jは 巻上機の慣性モーメント、r は巻上機半径、m l は釣合 錘質量、m2はカゴ質量、αはカゴ加速度、ωは巻上機 回転速度をそれぞれ表す。また、gを重力加速度とす る。図の構成に対して運動方程式を導くことにより、カ ゴ加速度とモータトルクの関係式が次式のように得られ

[0025] 【数1】

$$\alpha = \frac{1}{2J/r + r(m_1 + m_2)/2} \left\{ \frac{r}{2} (m_1 - m_2)g + T_m \right\}$$
 (1)

【0026】なお、図3の構成では、カゴ加速度とモー タトルクの関係式は式(1)のように表されるが、両者 の関係が一次関数で記述されうるような構成ならばこの 構成に限らなくてもよい。次に、モータの回転速度と巻※

$$v = r \omega$$

【0028】従って、図2はモータトルクとカゴ速度の 関係式へ変換することができる。なお、モータの回転数 と巻上機回転速度を等しいとしたが、両者の関係式が一 次関数で記述されうるような変換ならば上記式(2)に 発明を適用できる。

【0029】図4において、上段の速度バターンは下段 のトルクパターンに対し、上記式(1)とその積分値に より演算されるものである。また、図4において、 t0 ~ t 7は時刻、△ t 1 ~ △ t 7は時間区間、 v 0 ~ v 7 は各時刻に対するカゴ速度、Tm0~Tm7は各時刻に★

$$T_{M \ 0} = -r \ (m \ 1 - m \ 2) \ g / 2$$

【0032】図6において、 $\Delta11\sim\Delta17$ はそれぞれ 区間 $\Delta$ t1 $\sim$  $\Delta$ t7の間のカゴの移動量である。 $\alpha$ 1、  $\alpha$ 2はそれぞれ区間 $\Delta$ t2、 $\Delta$ t6でのカゴ加速度の絶 40 対値であり、上記式(1)とT<sub>M1</sub>, T<sub>M2</sub>を用いて図 中のように計算できる。また、β1~β4はそれぞれ区 間 $\Delta$ t1, $\Delta$ t3, $\Delta$ t5, $\Delta$ t7のジャークの絶対値 であり、前記で計算した $\alpha$ 1、 $\alpha$ 2および $\Delta$ t1, $\Delta$ t 3, △ t 5, △ t 7を用いて図中のように計算できる。 速度  $v 0 \sim v 7$  は上記で計算された $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\beta 1$  ~ β4およびΔt1~Δt7を用いて図中のように計算で きる。

【0033】そして、 $\Delta11\sim\Delta17$ は前記で計算され 

※上機回転速度を等しいとし、vをカゴ速度とすると、モ ータの回転速度からカゴ速度が次式のように演算でき

[0027]

(2)

★対するモータトルクを示している。ここでTm0=Tm  $3 = T m 4 = T m 7 = T_{M 0}$ , T m 1 = T m 2 =0, t0=0とする。

限らなくてもよい。例えば減速機等を用いた場合もこの 30 【0030】この図4において、区間 $\Delta$ t1, $\Delta$ t3,  $\Delta$ t5, $\Delta$ t7はジャーク(カゴ加速度の変化率)値一 定走行、区間△ t 2 , △ t 6 は加速度一定走行、区間△ t 4 は速度一定走行区間である。また、釣合トルクT  $_{\rm M}$  。は上記式(1)に $\alpha$ =0を代入して下記の式(3) のように計算できる。

[0031]

(3)

△t7を用いて図中のように計算できる。従って、時間 区間 $\Delta$ t1 $\sim$  $\Delta$ t7とモータトルク $T_{M1}$ ,  $T_{M2}$ をパ ラメータとして $\Delta$ 11 $\sim$  $\Delta$ 17が記述できる。カゴの移 動距離をLとすると、L= $\Delta$ 11+ $\Delta$ 12+ $\Delta$ 13+ $\Delta$  $14 + \Delta 15 + \Delta 16 + \Delta 17$  coso.

【0034】実施の形態1における最短時間速度バター ンの演算法について、図5、図6を用いて説明する。図 5において、ステップ21の次回停止階設定処理では、 次回停止階設定手段1によって設定された次回停止階を もとにカゴの移動距離しが設定される。

【0035】次に、ステップ22のバラメータ読出処理 では、釣合錘8の重量m1、巻上機6の半径r、巻上機

次に、ステップ23のカゴ負荷検出処理では、カゴ負荷 検出手段2によりカゴ重量m2を検出する。

【0036】次に、ステップ24の制約条件設定処理で は、図6における制約条件を設定し、そのうちカゴ最高 速度の上限値、カゴ加速度の上限値、カゴジャークの上 限値を決定する。つまり、下記の式(4)で表される制 約式のうち、v-、 $\alpha 1-$ 、 $\alpha 2-$ 、 $\beta 1-$ 、 $\beta 12$ -、β3-、β4-を指定する(CCで、各符号に付い ている-は、下記の式(4)からも分かるように、便宜 上各符号の上部にバーが付されていることを表してい る)。

[0037]

#### 【数2】

$$\begin{cases} \Delta t_1 > 0, \Delta t_2 > 0, ..., \Delta t_7 > 0 \\ v_0 = v_7 \\ v_3 = v_4 \leq \overline{v} \\ \alpha_1 \leq \overline{\alpha}_1 \\ \alpha_2 \leq \overline{\alpha}_2 \\ \beta_1 \leq \overline{\beta}_1 \\ \beta_2 \leq \overline{\beta}_2 \\ \beta_3 \leq \overline{\beta}_3 \\ \beta_4 \leq \overline{\beta}_4 \\ \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \Delta l_4 + \Delta l_5 + \Delta l_7 = L \\ (v_1, T_{mi}) \subseteq \Omega, \qquad i = 1, 2, ..., 7 \end{cases}$$

 $T = \Delta t + \Delta t +$ (5)

【0040】次に、ステップ26の速度パターン生成処 理では、ステップ25の最適化問題求解処理で求解され たΔt1~Δt7、Tm1. Tm2と図6中のv1~v 6を用いて下記の式(6)のように速度パターンvを生 成する。

[0041]

#### 【数3】

$$v = \begin{cases} 1/2 \beta_1 t^2 & t \in \Delta t_1 \\ v_1 + \alpha_1 (t - t_1) & t \in \Delta t_2 \\ v_3 - 1/2 \beta_2 (t - t_3)^2 & t \in \Delta t_3 \\ v_4 - 1/2 \beta_3 (t - t_4)^2 & t \in \Delta t_3 \\ v_5 - \alpha_2 (t - t_3) & t \in \Delta t_6 \\ 1/2 \beta_4 (t - t_7)^2 & t \in \Delta t_7 \end{cases}$$

$$(6)$$

 $3 = t2 + \Delta t 3$ ,  $t4 = t3 + \Delta t 4$ , t5 = t4 + $\Delta$ t5, t6=t5+ $\Delta$ t6, t7=t6+ $\Delta$ t7であ る。以上の手順により、負荷に応じて制約条件内で最も 早く到達するカゴ速度パターンを生成する。カゴ速度に 関する制約はエレベータの最高速度を調節できる効果が あり、カゴ速度を所望の範囲内に収めることができるた め、速度が上がりすぎるのを防止できる。一方、V‐を モータの最大回転数から上記式(2)により導かれるカ ゴ速度よりも大きく指定することにより、カゴ最高速度 に制約をかけずに、モータ特性の範囲内で最も早く到達 50 ことができる。

\*【0038】次に、ステップ25の最適化問題求解処理 では、制約条件である上記式(4)のもとで、下記の式 (5) で定義される目的関数T(運行時間)を最小化す る最適化問題を解く。この問題は $\Delta$ t1 $\sim$  $\Delta$ t7、T м і . Тм 2 をパラメータとした非線型計画問題とな り、数値的に解くことが可能である。 [0039]

するカゴ速度パターンを生成することができる。

【0043】カゴ加速度に関する制約において、上限値 を小さく設定することはエレベータの乗り心地を改善す る効果がある。また、モータの発生トルクを抑制するた 30 め、モータ、インバータの過度な運転を回避でき、省エ ネルギーが実現できる。さらにはモータ、インバータの 発熱を減少させる効果がある。ジャークに関する制約は 上限値を小さくすることでエレベータの乗り心地の改 善、および図4の速度バターンで運行する場合に最高速 度を引き伸ばす効果をもたらす。また、乗客が乗ってい ないときには、カゴ加速度制約とジャーク制約の上限値 を大きくすることによりカゴの運行効率を上げることが できる。また、移動距離が短いときには、カゴ最高速度 の上限値を大きく設定するよりも、カゴ加速度、ジャー 【0042】但0、 $t1=\Delta$ , $t2=t1+\Delta$  t2,t40 クの上限値を大きく設定した方が早く到達する場合があ る。

> 【0044】トルク制約条件は、図4の速度パターンお よびトルクパターンをモータの動作範囲内に納める効果 がある。トルク制約条件は例えばΩの境界部を直線の組 み合わせて近似すれば、連立不等式条件となり、解き易 くなる。図4のようなトルクパターンを選んだことによ り、トルク制約条件としてTml~Tm7を加えるだけ で、全時間区間でのトルクパターンをモータの動作範囲 内に収めることができる。これにより、計算量を減らす

ているが、それぞれカゴ重量m2と釣合錘の重量m1の 割合を変えたものを示しており、本実施の形態に従って 速度パターンを求めたものである。

10

【0045】なお、図4においては、時間区間を△t1 ~△t7に分割し、トルクパターンを図4下のように設 定しているが、加速初めから最高速度に達するまでのト ルクバターンが各時間区間で凸関数となり、かつ減速初 めから減速停止までのトルクパターンが各時間区間で凹 関数となるようなトルクパターンを選べば、上述と同様 にトルク制約条件を時間区間端点におけるトルク制約の みで評価できる。

【0050】このとき、カゴ最高速度、ジャーク、加速 度はどのパターンにおいてもある上限値(3パターンと も同じ)とした。このうち、カゴ最高速度についてはそ の上限値をモータの出力可能な回転数よりも大きく設定 することで、モータの駆動可能な領域内で可能な限り大 きくとれるようにしている。また、移動距離も全てのバ (速度パターン)を与えた場合、モータの駆動軌跡は図 7下段で示すように六角形となる。これらの速度パター ンが、制約条件である上記式(4)を満たしていること を図8により説明する。

【0046】さらに、時間区間の分割数を変えた場合に も、上記のような速度バターンであれば時間区間端点に 10 ターンで等しくしている。図4の形状のトルクパターン おけるトルク制約が満足されれば全区間でのトルクパタ ーンはモータの動作範囲内に収まる。このとき、カゴ速 度は、トルクパターンからカゴ加速度パターンに変換 後、それを積分することにより求めることができる。ま た、運行距離は前記カゴ速度パターンを積分することに より求めることができる。カゴ加速度制約、ジャーク制 約は各時間区間でのそれぞれの最大値を制限するといっ た方法を用いれば上記と同様に最適化問題として定式化 できる。このとき、トルクパターンを滑らかなものにし たり、時間区間数を増やしたりすることで、より滑らか 20 な速度パターンを生成することができ、乗り心地が改善 する。

【0051】図8は、図7下段のモータ駆動軌跡を説明 するための図である。モータの駆動軌跡は図に示すよう に時間とともに六角形の辺上を移動する。図中の記号は 図4に対応している。従って、カゴ最高速度ついては v 3または v 4 の点上における速度となる。カゴ加速度に ついては図中の矢印で示す量がカゴ加速度の絶対値量と 比例する。また、カゴジャークについては図中に示す辺 の傾きの絶対値量がジャーク時間(加速度/ジャーク) に反比例する。図7下段において、全てのモータ駆動軌 跡がモータトルク制約領域内に存在することから、モー タの駆動可能な領域内で速度パターンが生成されている ことが分かる。さらに、V3またはV4でモータトルク 制約領域の境界上に存在することから、可能な限りの最 高速度を出すバターンを生成していることがわかる。

【0047】なお、最適化問題の定式化と求解時におい て、未知変数をトルクと時間区間としたが、速度パター ンが唯一に定まるような変数の組合せならば他の組合せ を選んでも上記と同様の効果がある。例えば、未知変数 を加速度と時間区間に選んでも最適化問題として定式化 できる。このとき、制約条件式は上記で述べたものと等 価なものとなる。また、目的関数は変わらない。また、 カゴ下降時においても最短時間到達についての最適化問 30 7中段の全ての速度パターンが加速時の傾きが等しく、 題の定式化は上記と同様の考え方が適用できる。

【0052】カゴ加速度、カゴジャークについては、図 加速丸めの形状も等しいことから、設定された上限値に 制約されていることがわかる。また、図9に図7中段の 速度パターンを積分したグラフ(カゴ移動距離)を示 す。この図より、全てのパターンについて移動距離は指 定した値になっていることが分かる。以上より、上記式 (4)の制約条件式を満たす中で、加速度、ジャークが 上限値内に収まり最も早く到達する速度パターンをカゴ 負荷に応じて生成していることがわかる。

【0048】複数のカゴ負荷および制約条件に対して、 ステップ25の最適化問題求解処理、ステップ26の速 度バターン生成処理により計算される速度パターン、あ るいはそれに相当するデータをあらかじめ計算して速度 バターン生成手段3内に設けたメモリーにテーブル化し て保存しておき、読み出して用いることによっても上記 と同様の効果が実現できる。このとき、ステップ25の 最適化問題求解処理による演算を必要としないため、よ り安価な演算装置で実現できる。

【0053】実施の形態2. 本実施の形態において以下 で述べる発明は、上記実施の形態 1 で述べたあらゆる方 法に追加され得るものである。図10は、この発明の実 施の形態2を示す構成図である。本実施の形態は、上記 実施の形態1で述べた図1の構成に、構成要素温度検出 手段としての電子部品温度検出手段11、限界温度設定 手段12、温度上昇許容値演算手段13を新たに設けた ものである。

【0049】図7に一例を示しながら前記で述べた手順 に従って決定された速度パターンについて説明する。図 7において、上段、中段、下段はそれぞれモータトルク パターン、カゴ速度パターン、図2を上記式(2)によ りモータトルクとカゴ速度に変換した図(トルク制約の 線)である。中段のカゴ速度パターンは上段のモータト ルクパターンにより得られる。また、図7下段のトルク 特性図内の、六角形で示されている曲線は、上段のモー タトルクパターンと中段のカゴ速度パターンに対するモ

【0054】図10において、電子部品温度検出手段1 1はインバータ等の電子機器やこれを構成する電子部品 の温度を検出するためのものであり、例えばサーミスタ ータの駆動軌跡を表している。これらは3パターン示し 50 等の温度センサがある。限界温度設定手段12は前述の 電子機器が正常に動作することを保証する温度の上限値 または下限値を設定するためのものである。温度上昇許 容値演算手段13は上記電子部品温度検出手段11によ って検出された温度と限界温度設定手段12によって設 定された温度を比較することにより、電子機器の温度余 裕を演算するためのものである。

【0055】次に、本実施の形態における最短時間速度 バターンの演算法について、図11のフローチャートを 用いて説明する。図11において、図5と同じ番号で示 した部分は上記実施の形態1で述べた図5と同じ処理を 10 行う。実施の形態2における最短時間速度パターンの演\*

$$W = k I s$$

【0058】また、kは予め実験等を行うことにより知 ることができる。ここで、上記式(7)はカゴの1回の 昇降を含むある時間区間(Tintで表す)でのインバ ータに流れる電流バターン(iaで表す)の絶対値量の 時間積分値をTintで割った時間平均値(Iintで 表す)が Is以下であるという拘束のもとでエレベータ を駆動しつづければ、温度上昇をW以下に抑えることが できることを意味する。なお、Iintは下記の式 (8) で表される(説明の簡単化のため積分開始時刻は 0とする)。

[0059]

【数4】

$$I_{\text{int}} = \frac{1}{T_{\text{int}}} \int_{0}^{T_{\text{int}}} |i_a| dt \tag{8}$$

【0060】ここで、インバータの電流値はモータのト ルク指令値、およびモータの回転速度から計算される。 【0061】次に、速度パターンの演算法について説明 30 する。上記実施の形態 1 で述べたように時間区間△ t 1  $\sim \Delta t 7 とモータトルクT_{M 1}$ 、 $T_{M 2}$  をパラメータと して、α1、α2、β1~β4、v0~v7および移動 距離しが表せ、それらを用いて図4上段の速度パターン vが上記式(6)により表される。また、そのときのト ルクバターンTmも図4下段図からΔt1~Δt7とモ ータトルクTm , Tm a をパラメータとして表され る。このとき、インバータに流れる電流パターンiaは これらvおよびTmの関数として表せることから△t1  $\sim \Delta t 7$ 、 $T_{M1}$ .  $T_{M2}$  をパラメータとして表せるこ 40 とが分かる。

【0062】図11において、ステップ21の次回停止 階設定処理、ステップ22のバラメータ読出処理、ステ ップ23のカゴ負荷検出処理およびステップ26の速度 バターン生成処理で行われる処理は、上記実施の形態1 で述べたとおりであり、その説明を省略する。次に、ス テップ31の温度許容値演算処理においては、図10に おける温度上昇許容値演算手段13によりインバータの 温度余裕を、電子部品温度検出手段11によって検出さ れたインバータ温度と限界温度設定手段12によってあ 50 め、カゴ最高速度により温度上昇量を測ることによって

\* 算法は上記実施の形態1の演算法の制約条件に電子機器 の温度上昇量を考慮したものであり、電子機器の熱によ る破壊を防止する効果がある。実施の形態2として、イ ンバータ素子の温度上昇量を例に挙げて説明する。

【0056】インバータの温度上昇量の収束値(₩で表 す)は、収束するまでにインバータに流れる電流パター ンの絶対値量の時間積分値を収束時間で割った時間平均 値(1sで表す)に比例する。つまり、kを比例定数と すると、下記の式(7)が成り立つ。

[0057]

(7)

らかじめ設定されているインバータの限界温度との差を とることにより演算する。このステップ31によって演 算された温度余裕量をWーで表す。

【0063】次に、ステップ32の制約条件設定処理で は、上記実施の形態1と同様に上記式(4)で表される 制約条件に対応するv-、 $\alpha 1-$ 、 $\alpha 2-$ 、 $\beta 1-$ 、 $\beta$ 2-、β3-、β4-と時間区間Tintを指定する。 20 次に、ステップ33の最適化問題求解処理では上記実施 の形態1で述べた最適化問題を、制約条件式である上記 式(4)に下記の式(9)を追加して解く。なお、目的 関数は上記式(5)と同様である。式(9)はインバー タ素子の温度上昇量に関する制約条件式であり、温度上 昇量をW-以下に抑えることができ、その結果熱による インバータの破壊を防止する効果がある。

[0064]

【数5】

$$kl_{\text{int}} \le \overline{W}$$
 (9)

【0065】なお、本実施の形態では、ステップ32の 制約条件設定処理で時間区間Tintを指定してから最 適化問題を解いたが、これを指定せずに△t1~△t7 の関数として解くこともできる。例えば目的関数Tと適 当な値Tsを用いて、Tint=T+Tsとすれば、時 間間隔Tsごとにエレベータが起動されるときの温度上 昇量をある値以下に制約することができる。これにより 様々な乗客発生パターンに対する運行パターンを考慮す るととができる。

【0066】なお、同期電動機において弱め磁束制御を 行わない場合、インバータ電流とモータトルクは比例す るため、電流値の代わりにトルク値を用いた関数で温度 上昇量を制約することよっても本実施の形態と同様の効 果が得られる。さらに、トルク値とカゴ加速度は比例す るため、カゴ加速度を用いた関数で温度上昇量を制約す ることよっても本実施の形態と同様の効果が得られる。 【0067】また、カゴ加速度の積分値はカゴ速度とな るため、カゴ加速度の絶対値の積分値は、カゴ加速時と 減速時を考慮すればカゴ最高速度の2倍の値となるた

13

も本実施の形態と同様の効果が得られる。また、電子機 器の温度上昇量が電子機器に流れる電流値の関数として 表されるものであれば、本実施の形態と同様の定式化が 可能であり、同様の効果が得られる。

【0068】実施の形態3. 本実施の形態において以下 で述べる発明は、上記実施の形態1および2で述べたあ らゆる方法に追加され得るものである。本実施の形態の 構成は、上記実施の形態1で述べた図1または上記実施 の形態の図10の構成と実質的に同じであるが、後述す るように、次回停止階を設定する次回停止階設定手段1 はその機能が図1および図10の場合と異なる。また、 速度バターン生成手段3は演算処理装置として機能す

【0069】次に、動作について、上述の図5を参照し ながら説明する。各処理手順における演算処理は上記実 施の形態1、2と同じ手順で行うが、次回停止階設定手 段1による次回停止階設定処理を行うステップ21にお ける次回停止階の設定方法が、上記実施の形態1、2と は異なる。この処理では、次回停止階として、ある時間 区間のカゴの平均停止階を設定する。この平均停止階の 20 装置をより安価なものとすることができる。 具体的な計算方法については後述する。

【0070】図5において、パラメータ読出し処理を行 うステップ21~速度バターン生成処理を行うステップ 26までの手順は、上記実施の形態1、2と同様であ る。これらの演算処理では、上記実施の形態1、2と同 様に、図2で表されるモータの駆動領域内で到達時間を 最小化する最適化問題を解くことにより、最高速度、加 速度およびジャークが求まり、それらを用いて、図4で 表される速度パターンが演算される。

【0071】さて、本実施の形態では、次回停止階設定 30 処理を行うステップ21が上記実施の形態1、2とは異 なり、カゴの平均停止階を設定することを特徴とする。 そしてその平均停止階の決定法の一例として以下のもの がある。平均停止階の決定法の一例を、図12を用いて 説明する。図12は昇降路内に最大n階床の停止階が存 在する場合の、ある時間区間内での出発階から停止決定 階までのカゴの移動階床とその発生確率を表したグラフ である。

【0072】ととで、k階床の移動が発生する確率をX (k)とし、k階床の移動距離をL(k)とする。平均 40 停止階はこれらの統計量を用いてカゴの平均的な移動時 間が小さくなるように、適切に設定される。その設定例 の一例として、カゴの平均停止階を移動階床の期待値を 距離に換算した下記の式(10)等として設定すること ができる。

[0073]

$$* T(V(j)) = \sum_{k=1}^{n} X(k)T_{k}(V(j), L(k))$$
 (11)

\*【数6】

$$\sum_{k=1}^{n} L(k)X(k) \tag{10}$$

14

[0074]また、図12の統計量を出発階床毎に持 ち、各出発階床毎に平均停止階を上記のように設定して もよい。その結果、平均停止階以上に次回停止階が設定 された後カゴの移動開始後のカゴ呼びのために次回停止 階が変更された場合に、運行時間が従来法と比べて短縮 10 できる。

【0075】また、次回停止階は一つ、または出発階床 毎に一つの値に固定されるため、エレベータの起動毎に 次回停止階を演算する必要がなく、パラメータとして読 み出すだけでよい。これにより、制御装置の演算手順を 図13のように簡略化でき、演算量を減らすことができ る。さらに、上記の方法により予め速度パターンを各状 況に応じて求めておき、それらをメモリ等の記憶装置に 記憶して読み出して用いる場合に、記憶容量が従来手法 を用いた場合に比べて少なくてすむ。これによって制御

【0076】実施の形態4. 本実施の形態では、上記実 施の形態3における平均停止階の設定手順において、以 下の手順(イ)~(ハ)に、カゴの各出発階床における 停止決定階への移動時間の期待値を最小にする平均停止 階の演算手順を示す。なお、カゴの各階床への移動距離 とその発生頻度は図12の統計データを持つとする。 [0077]手順(イ): L(k), k=1,...,nの それぞれを次回停止階に設定し、図5の手順で最適化問 題を解くことによりカゴ速度パターン(カゴ最高速度、 カゴ加速度、ジャーク)を演算する。このとき、最適化 問題を解くために必要なカゴ負荷の値は適切に設定され る。例えば、起動時にカゴにかかるカゴ負荷の統計量を 用いて、k階床移動時における平均値としたり、全体 (全階床移動時)の平均値とすることができる。この結 果、n個の(カゴ最高速度、カゴ加速度、ジャーク)の 組が求まる。L(k)に対応する(カゴ最高速度、カゴ 加速度、ジャーク)の組をV(k)とおく。

【0078】 手順(ロ): V(j)を用いた場合の、図 12の分布に対するカゴの移動時間の期待値T(V (j))を演算する。これは次式により求めることがで きる。ただし、T<sub>L</sub> (V(j), L(k))はV(j) を用いたときにL(k)移動するのに要する時間を表

[0079] 【数7】

決定する。なお、図12に示した確率X(k),k= 2…, nを連続的な確率密度関数X(k), 0≤k ≤nに置換えても上記で述べたことと同様の議論ができ る。本実施の形態における効果について、図14を用い て説明する。図中の曲線はそれぞれ上記実施の形態1 と、この実施の形態4を用いて生成されたエレベータの 速度パターンに対して、途中でカゴ呼びが入り、途中階 に停止した時のカゴ速度パターンを示している。図中の AおよびBはそれぞれ実施の形態4と上記実施の形態 1、2を用いて演算されたカゴ速度パターンを表してい 10 る。

15

【0081】この図14において、実施の形態1、2で は平均停止階よりも大きな次回停止階が設定され、それ に従って速度パターンが演算されている。Bに示す実施 の形態1、2ではカゴ最高速度の上限を上げるために、 カゴ加速度を小さくしているが途中でカゴ呼びが入った ため、カゴ最高速度まで上げることができずに減速して いる様子を示している。実施の形態4を用いた場合は次 回停止階を平均停止階で設定しているため、実施の形態 1、2と比較して次回停止階と停止決定階の差が小さく なっている。

【0082】この結果、実施の形態1、2よりも高加速 度でかつ最高速度まで到達することができるため、実施 の形態1、2よりも早く停止決定階に到達している。逆 に途中でカゴ呼びが入らない場合や、平均停止階以下の 次回停止階が乗客によって設定されていた場合の運行時 間は実施の形態1、2を用いた方が短くなる。本実施の 形態では、カゴの移動量、各停止決定階に対する起動頻 度およびカゴ負荷の統計量を用いてカゴ移動時間の期待 値が最小になるような平均停止階を用いて速度バターン 30 を求めているため、乗客の移動時間を平均的に短縮する ことができる。

【0083】さらに、停止決定階の確率分布によって は、実施の形態1、2と比較して短縮される運行時間の 総和が、運行時間の増加の総和よりも大きくなるため、 本実施の形態を用いた方が、運行効率が良くなるという 効果がある。また、次回停止階に平均停止階を用いてい ることから、実施の形態1、2と比べて移動開始後のカ ゴ呼びによる極端な移動距離の変更がない。つまり、長 移動距離に対して設定された、低加速、低ジャークおよ び高最高速度による運行パターンが短移動距離に対して 適用される頻度が減少する。これにより同じ移動距離に 対する到達時間のばらつきが少なくなり、これによる乗 客の不快感を減少させることができる。

【0084】実施の形態5.本実施の形態では、上記実 施の形態3および4で述べた平均停止階の設定手順で用 いた図12の統計量を、通勤時や退勤時などの乗客需要 が異なる時間帯毎に複数個用意し、それらを用いて時間 帯毎の平均停止階を前記の方法等で求めておく。そし て、それらの平均停止階を対応する各時間帯毎に切替え 50 するほうが早く到達すること)から次回停止階を平均停

て平均停止階と設定し、カゴ速度パターンを演算する。 【0085】これにより、平均停止階を求めるために用 いた統計量が実際の乗客需要をより正確に反映したもの となる。よって、設定される平均停止階が実際の平均停 止階に、より近づくため、さらなる運行効率の改善が実 現できる。

【0086】実施の形態6. 本実施の形態では、次回停 止階として、カゴの平均停止階に対する移動距離とカゴ の移動前に乗客によって設定される次回停止階の移動距 離を比較し、カゴが通過する区間の状況に応じて、次回 停止階を設定し、カゴ速度パターンを演算する。これに より、次回停止階を平均停止階と設定してカゴ速度パタ ーンを演算する場合よりも確実に早く到達する場合に、 次回停止階を平均停止階と設定して求めたカゴ速度パタ ーンを用いることで停止決定階への到達が遅くなること を防止できる。例えば次のような場合がこれに該当す

【0087】カゴが移動する前に乗客によって設定され た次回停止階が、平均停止階よりも小さいときには、次 回停止階をカゴが移動する前に乗客によって設定された 次回停止階と設定し直し、それ以外の場合には、次回停 止階を平均停止階と設定する。

【0088】これにより、平均停止階を用いてカゴ速度 パターンを演算することで移動時間が確実に遅くなる場 合を除去でき、運行効率がさらに改善されるが、この理 由を以下に説明する。まず、運行時間に関して、移動距 離が短くなるにつれて最高速度を大きくするよりも加速 度とジャークをそれぞれ大きくするほうが早く到達す る。とれは、カゴの移動距離が短いと、最高速度で運行 する時間が加速時間やジャーク時間に比べて相対的に短 くなるためである。また、図4のようなカゴ速度パター ンで運行すると、モータの動作軌跡は図8のようにな る。よって高加速度、高ジャークを出すためにはモータ に高トルクが要求されるが、高トルクになるに従い最高 速度を大きくできないことが図2より分かる。

【0089】以上より、最適化問題を解いてカゴ速度パ ターンを求めるときには、カゴの移動距離を大きくとっ て求める場合よりも、小さくとって求める場合の方が高 加速度、高ジャーク、低最高速度の解が求まる。次回停 止階と停止決定階が一致すれば、カゴは停止決定階に最 短時間で到達するため、カゴの移動距離が平均停止階以 下の場合に次回停止階を平均停止階に設定した速度バタ ーンで運行した場合に運行途中でカゴ呼びが入らなかっ た場合には必ず運行時間が増加する。

【0090】さらに、カゴ呼びが入った場合には移動距 離が短縮されるため、前記の理由(次回停止階を短く設 定した方が低最高速度、高加速度、高ジャークの解が求 まること、および移動距離が短くなるにつれて最高速度 を大きくするよりも加速度とジャークをそれぞれ大きく

止階と設定せずにカゴ速度パターンを求めた方が早く到達する。 これにより、カゴの移動前に設定された次回停止階による移動距離が平均停止階よりも小さいときには、次回停止階をカゴの移動前に設定された停止階と設定し直す方が早く停止決定階に到達し、その結果運行効率が改善される。

【0091】実施の形態7.本実施の形態では、平均停止階と停止可能階を比較し、昇降行程内に急行ゾーンを有する場合などで、平均停止階が急行ゾーン内に設定されたとき、次回停止階を設定し直しカゴ速度バターンを10演算する。例えば、次のように設定する。カゴが移動する前に乗客によって設定された停止可能階である次回停止階が急行ゾーンを通過するときで、かつそこまでの移動距離が平均停止階の移動距離以上の場合には、次回停止階を急行ゾーン区間の終端階に設定し直す。

【0092】これにより、カゴが急行ゾーン区間を通過する場合で平均停止階以上の移動距離を移動する場合に、次回停止階に平均停止階を設定してカゴ速度バターンを演算することが原因で停止決定階への到達が遅くなることを防止し、運行時間の増加を抑えることができる。この理由は前記で述べたものと同様である。つまり、次回停止階を長く設定した方が高最高速度、低加速度、低ジャークの解が求まること、および移動距離が長くなるにつれて加速度とジャークをそれぞれ大きくするよりも最高速度を大きくするほうが早く到達することによる

【0093】また、急行ゾーンを有する場合だけでなく、停止決定階が移動開始前に予め決定しており変更がない場合に、次回停止階を停止決定階とすることによっても、次回停止階を平均停止階と設定して求めたカゴ速 30 度パターンを用いることで到達が遅くなることを防止できる。

# [0094]

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、インバータで給電されるモータにより、乗客カゴにローブを介して連結された釣合錘を有する巻上機を駆動するエレベータにおいて、上記乗客カゴの重量をカゴ負荷として計測するカゴ負荷検出手段と、次回停止階を設定する次回停止階設定手段と、上記カゴ負荷検出手段によって得られるカゴ負荷と上記次回停止階設定手段によって設定 40 される次回停止階とに基づいて上記モータの許容されうる駆動範囲内でかつ最短時間で次回停止階に上記乗客カゴが到達するカゴ速度バターンを生成するカゴ速度バターン生成手段とを備えたので、乗客の移動時間が短縮され、カゴの運行効率が上がるという効果がある。

【0095】また、この発明によれば、インバータで給電されるモータにより、乗客カゴにロープを介して連結された釣合錘を有する巻上機を駆動するエレベータにおいて、上記乗客カゴの重量をカゴ負荷として計測するカゴ負荷検出手段と、次回停止階を設定する次回停止階設50

18

定手段と、上記インバータを構成する構成要素の温度を計測する構成要素温度検出手段と、上記構成要素温度 上昇限界値を設定する限界温度設定手段と、上記構成要素温度検出手段から得られる構成要素温度と上記限界温度設定手段で設定された温度上昇限界値とに基づいて温度上昇限界許容値を演算する温度上昇許容値演算手段と、上記構成要素の温度上昇限界許容値と上記カゴ負荷と上記次回停止階とに基づいて上記モータの許容されうる駆動範囲内でかつ上記構成要素の予想される温度上昇量が温度上昇限界許容値以内に最短時間で上記乗客カゴが次回停止階に到達するカゴ速度パターンを生成するカゴ速度パターン生成手段とを備えたので、温度上昇による電子機器等の構成要素の破壊を防止できる範囲内で乗客の移動時間が短縮されるという効果がある。

[0096] また、上記速度パターン生成手段は、カゴ 速度パターンを生成する際に、カゴ最高速度、カゴ加速 度、カゴ加速度の変化率の上限を定めるので、エレベータの乗り心地を改善できるという効果がある。

[0097] また、上記カゴ速度パターン生成手段は、 上記モータに与えられるカゴ速度駆動指令に関連したモータトルク波形を上記構成要素に流れる電流値に換算し、その電流値波形が上記温度上昇限界許容値の関数によって制約される条件に基づいてカゴ速度パターンを生成するので、構成要素に流れる電流波形からその温度上昇量を予測し、電子機器等の構成要素の破壊を防止できる範囲内で乗客の移動時間が短縮されるという効果がある。

[0098] また、上記次回停止階設定手段は、上記カゴ速度バターンを生成するための次回停止階をエレベータの起動回数とカゴ出発階から次に停止する停止決定階までの移動距離の統計量から求めたカゴの平均停止階とするので、エレベータの起動回数毎に次回停止階を設定する必要が無くなり、以て、演算処理が簡略化され、速度バターンの生成処理が速くなり、さらに、平均停止階以上に次回停止階が設定された後カゴの移動開始後のカゴ呼びのために次回停止階が変更された場合に、運行時間が従来法と比べて短縮できるという効果がある。

[0099] また、上記次回停止階設定手段は、上記カゴの平均停止階を各出発階床における、停止決定階への移動時間の期待値が最小となる停止階として設定するので、平均的に、乗客の移動時間の短縮効果が大きくなるような次回停止階を設定することができるという効果がある。

【0100】また、上記次回停止階設定手段は、上記カゴの平均停止階を乗客需要の異なる時間帯毎の停止決定階の統計量に基づいて設定するので、平均停止階が乗客需要に応じて設定されるため、乗客の移動時間の短縮効果がさらに大きくなるという効果がある。

【0101】また、上記カゴ速度パターン生成手段は、 上記次回停止階と上記カゴの平均停止階を比較してカゴ 速度バターンを生成するので、次回停止階を平均停止階 と設定して速度パターンを演算する場合よりも確実に早 く到達する速度バターンを演算するための停止階が存在 する場合に、その停止階を次回停止階に設定することが でき、さらに運行効率が改善されるという効果がある。

19

【0102】また、上記カゴ速度パターン生成手段は、 カゴが停止可能な停止可能階と上記カゴの平均停止階を 比較してカゴ速度バターンを生成するので、平均停止階 が停止可能階でない場合に、次回停止階を平均停止階に 設定して演算した速度バターンを用いて運行することで 10 パターン演算手順を示すフローチャートである。 運行時間が遅くなることを回避でき、運行効率が改善さ れるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1を示す構成図であ る。

【図2】 この発明の実施の形態1におけるモータの発 生トルクと回転数の関係を表す特性図である。

【図3】 この発明の実施の形態1におけるエレベータ の機械系モデル導出のための概略図である。

【図4】 この発明の実施の形態1におけるカゴ速度パ 20 ターンとモータのトルクパターンを表す図である。

【図5】 この発明の実施の形態1におけるカゴ速度バ ターン演算手順を示すフローチャートである。

【図6】 との発明の実施の形態1におけるカゴ速度バ ターンの演算において、各パラメータの関係、および制\* \* 約条件を示した図である。

【図7】 この発明の実施の形態1におけるカゴ速度バ ターン演算例を示す図である。

【図8】 図7の下段の図を説明するための図である。

【図9】 図7の中段のカゴ速度パターンで駆動時のカ ゴ移動距離を示した図である。

【図10】 この発明の実施の形態2を示す構成図であ る。

【図11】 との発明の実施の形態2におけるカゴ速度

【図12】 この発明の実施の形態3におけるカゴの移 動階床とその発生確率を示す図である。

【図13】 との発明の実施の形態3における簡略化さ れた速度パターン演算手順を示すフローチャートであ る。

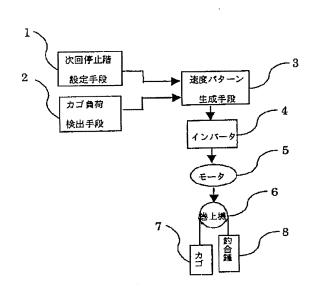
【図14】 この発明の実施の形態4における速度パタ ーンの演算例を示す図である。

【図15】 従来の加変速装置の出力周波数とトルクの 関係を示す図である。

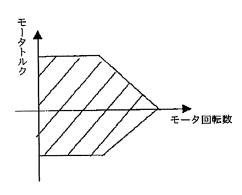
## 【符号の説明】

1 次回停止階設定手段、2 カゴ負荷検出手段、3 カゴ速度パターン生成手段、4 インバータ、5 モー タ、6 巻上器、7 カゴ、8 釣合錘、11電子部品 温度検出手段、12 限界温度設定手段、13 温度上 昇許容值演算手段。

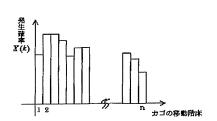
【図1】

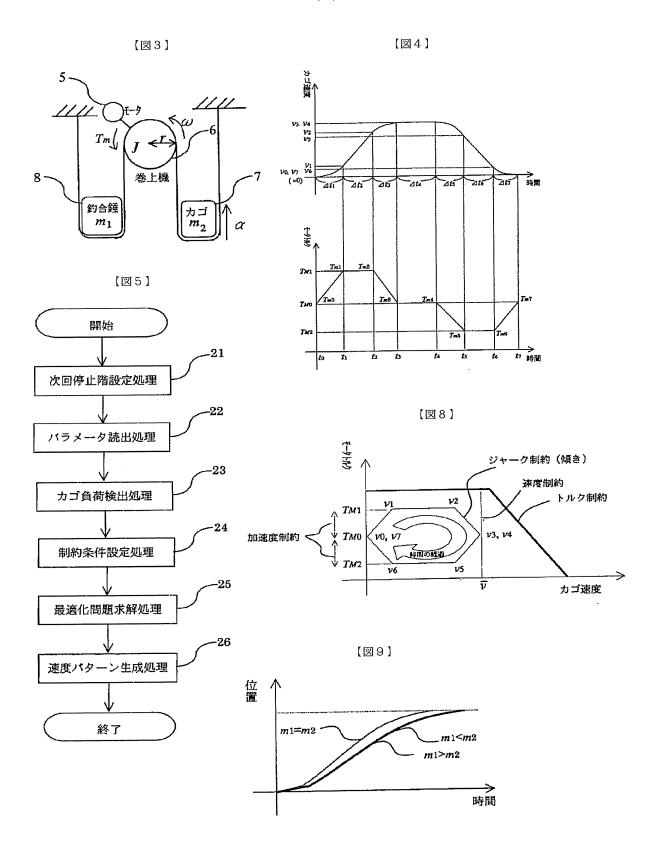


[図2]



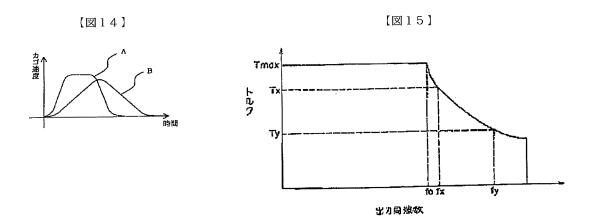
【図12】



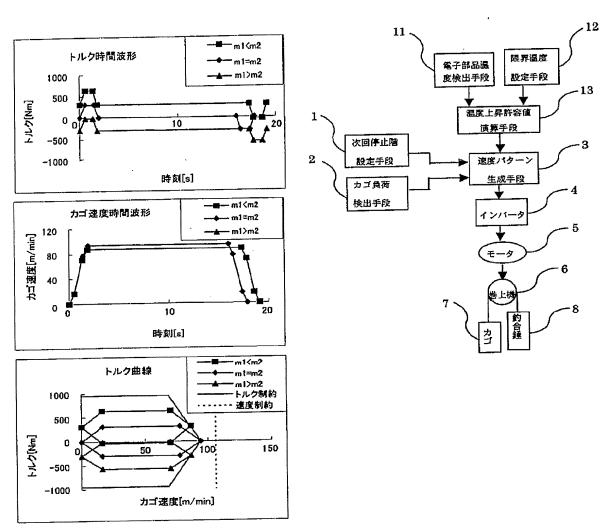


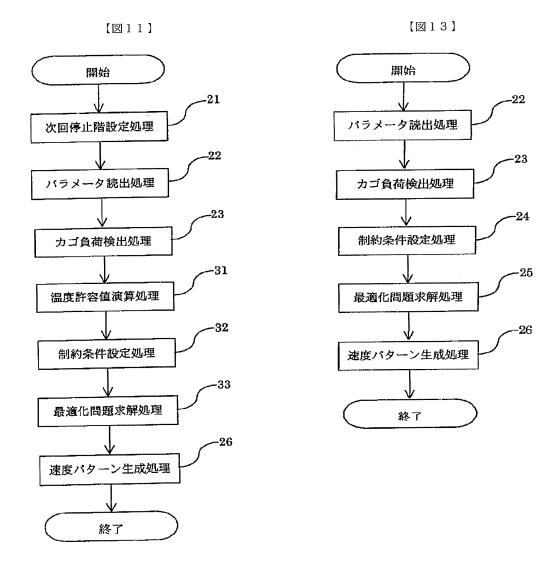
【図6】

							Ate	Δ <b>1</b> 7
変数	時間区間	∆tı	<b>⊿</b> 12	<i>∆1</i> 3	<u> </u>	∆ts	<u>∆t6</u>	
	€-91¥7 [N·m]		Тыі		TATO		TM2	
上記変数に依存する値	₹-9⊦∿7 [N·m]	Тт1= Тм1	Tm2=TM1	Tm3=TM0	Tm4= TM0	Т тб=Тм2	T m6 = T M2	Tm7=Tm0 =Tm0
	カゴ加速度 [m/s2]	$\alpha(T_m) = \frac{1}{2J/r + r(m_1 + m_2)/2} \left\{ \frac{r}{2} (m_1 - m_2)g + T_m \right\}$						
	(b)*加速度( [m/s2]		$\alpha_i =  \alpha(T_{H1}) $		0		$a_2 =  \alpha(T_{W1}) $	
	ジャーク  [m/s3]	β <sub>1</sub> = α <sub>1</sub> /Δζ	D	$\beta_2 = \alpha_1/\Delta t_3$	0	$\beta_1 = \alpha_2/\Delta \xi$	0	$\beta_4 = \alpha_2/\Delta \xi$
	カゴ速度 [m/s]	υ <sub>1</sub> -1/2β₁Δζ	ν <sub>1</sub> -ν <sub>1</sub> +α <sub>1</sub> Δ4	νς -ν2+1/2β2Δζ	ν <sub>ι</sub> = ν <sub>3</sub>	ν <sub>3</sub> - ν <sub>4</sub> -1/2β,Δζ	$v_{\epsilon}$ $=v_{1}-\alpha_{2}\triangle t_{2}$	ν <sub>7</sub> - ν <sub>6</sub> - 1/2 β <sub>6</sub> Δ1 <sup>2</sup> <sub>7</sub>
	移動距離 [m]	_1/6β,Δξ	44 = (v1+v2) 44/2	4 - 1/205 - 1/6 /2 203	4 - 434	Δζ -ν,Δζ-Vδβ,Δζ	Δ1 <sub>4</sub> -(v, +v <sub>4</sub> )Δ1,/2	-46 p. at
制約条件	カゴ速度			ν <sub>3</sub> ≤ ν̄	$v_{\bullet} \le \overline{v}$			$v_7 = v_0$
	カゴ加速度		a, ≤ā,				$\alpha_2 \le \overline{\alpha}_2$	
	ジャーク	$\beta_i \leq \overline{\beta}_i$		$\beta_2 \le \overline{\beta}_2$		$\beta_1 \leq \overline{\beta}_2$		$\beta_4 \leq \overline{\beta}_4$
	トルク (モータ特性)	$(v_i, T_{ni}) \in \Omega, \qquad i = 1, 2,, 7$						
	運行距離	$\Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \Delta l_4 + \Delta l_5 + \Delta l_6 + \Delta l_4 = L$						
	目的関数	$T := \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4 + \Delta t_5 + \Delta t_6 + \Delta t_7 \rightarrow \text{minimize}$						



[図7]





フロントページの続き

(72)発明者 笹川 耕一 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 菱電機株式会社内 Fターム(参考) 3F002 CA02 CA07 DA03 DA08 EA08

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第2部門第7区分

【発行日】平成17年9月2日(2005.9.2)

【公開番号】特開2003-238037(P2003-238037A)

【公開日】平成15年8月27日(2003.8.27)

【出願番号】特願2002-60752(P2002-60752)

【国際特許分類第7版】

B 6 6 B 1/30

[FI]

B 6 6 B 1/30 B B 6 6 B 1/30 H

# 【手続補正書】

【提出日】平成17年3月3日(2005.3.3)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

# 【請求項1】

<u>乗</u>客カゴにロープを介して連結された釣合錘を有する巻上機を駆動するエレベータにおいて、

上記乗客カゴのカゴ負荷を計測するカゴ負荷検出手段と、

次回停止階を設定する次回停止階設定手段と、

上記カゴ負荷検出手段によって得られるカゴ負荷と上記次回停止階設定手段によって設定される次回停止階とに基づい<u>て次</u>回停止階に上記乗客カゴが到達するカゴ速度パターンを演算するカゴ速度パターン生成手段と

を備えたことを特徴とするエレベータの制御装置。

# 【請求項2】

インバータで給電されるモータにより、乗客カゴにロープを介して連結された釣合錘を 有する巻上機を駆動するエレベータにおいて、

上記乗客カゴのカゴ負荷を計測するカゴ負荷検出手段と、

次回停止階を設定する次回停止階設定手段と、

上記インバータを構成する構成要素の温度を計測する構成要素温度検出手段と、

上記構成要素の温度上昇限界値を設定する限界温度設定手段と、

上記構成要素温度検出手段から得られる構成要素温度と上記限界温度設定手段で設定された温度上昇限界値とに基づいて温度上昇限界許容値を演算する温度上昇許容値演算手段と、

上記構成要素の温度上昇限界許容値と上記カゴ負荷と上記次回停止階とに基づいて上記 モータの許容されうる駆動範囲内でかつ上記構成要素の予想される温度上昇量が温度上昇 限界許容値以内に最短時間で上記乗客カゴが次回停止階に到達するカゴ速度パターンを<u>適</u> 算するカゴ速度パターン生成手段と

を備えたことを特徴とするエレベータの制御装置。

#### 【請求項3】

上記速度パターン生成手段は、カゴ速度パターンを<u>演算</u>する際に、カゴ最高速度、カゴ加速度、カゴ加速度の変化率の上限を定めることを特徴とする請求項1または2記載のエレベータの制御装置。

### 【請求項4】

<u>上記構成要素温度検出手段は、上記温度を電子機器に流れる電流値の関数として推定することを特徴とする請求項2または3記載のエレベータの制御装置。</u>

# 【請求項5】

上記カゴ速度パターン生成手段は、上記モータに与えられるカゴ速度駆動指令に関連したモータトルク波形を上記構成要素に流れる電流値に換算し、その電流値波形が上記温度上昇限界許容値の関数によって制約される条件に基づいてカゴ速度パターンを<u>演算</u>することを特徴とする請求項2または3記載のエレベータの制御装置。

# 【請求項6】

上記次回停止階設定手段は、上記カゴ速度パターンを<u>演算</u>するための次回停止階をエレベータの起動回数とカゴ出発階から次に停止する停止決定階までの移動距離の統計量から求めたカゴの平均停止階とすることを特徴とする請求項1または2記載のレベータ制御装置。

# 【請求項7】

上記次回停止階設定手段は、上記カゴの平均停止階を各出発階床における、停止決定階への移動時間の期待値が最小となる停止階として設定することを特徴とする請求項<u>6</u>記載のエレベータの制御装置。

# 【請求項8】

上記次回停止階設定手段は、上記カゴの平均停止階を乗客需要の異なる時間帯毎の停止決定階の統計量に基づいて設定することを特徴とする請求項6または7記載のエレベータの制御装置。

# 【請求項9】

上記カゴ速度パターン生成手段は、上記次回停止階と上記カゴの平均停止階を比較してカゴ速度パターンを<u>演算</u>することを特徴とする請求項<u>6</u>~8のいずれかに記載のエレベータの制御装置。

# 【請求項10】

上記カゴ速度パターン生成手段は、カゴが停止可能な停止可能階と上記カゴの平均停止階を比較してカゴ速度パターンを<u>演算</u>することを特徴とする請求項<u>6~9</u>のいずれかに記載のエレベータの制御装置。

# 【請求項11】

上記カゴ速度パターン生成手段は、カゴ速度パターンとしてカゴ速度、カゴ加速度、またはカゴ加速度の変化率の少なくともひとつを演算することを特徴とする請求項1~10のいずれかに記載のエレベータの制御装置。

#### 【請求項12】

<u>請求項1~11のいずれかに記載のエレベータの制御装置において、カゴ負荷、および次回停止階と速度パターンとが対応付けられて記載されたテーブルが設けられていること</u>を特徴とするエレベータ制御装置。

# 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

[0011]

## 【課題を解決するための手段】

この発明のエレベータ制御装置は<u>乗客カゴにロープを介して連結された釣合錘を有する巻上機を駆動するエレベータにおいて、上記乗客カゴのカゴ負荷を計測するカゴ負荷検出手段と、次回停止階を設定する次回停止階設定手段と、上記カゴ負荷検出手段によって得られるカゴ負荷と上記次回停止階設定手段によって設定される次回停止階とに基づいて</u><u>次回停止階に上記乗客カゴが到達するカゴ速度パターンを演算するカゴ速度パターン生成手段とを備えたものである。</u>

# 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

[0012]

また、この発明のエレベータ制御装置は、インバータで給電されるモータにより、乗客カゴにロープを介して連結された釣合錘を有する巻上機を駆動するエレベータにおいて、上記乗客カゴ<u>のカ</u>ゴ負荷を計測するカゴ負荷検出手段と、次回停止階を設定する次回停止階設定手段と、上記インバータを構成する構成要素の温度を計測する構成要素温度検出手段と、上記構成要素温度上昇限界値を設定する限界温度設定手段と、上記構成要素温度と上記限界温度設定手段で設定された温度上昇限界値とに基づいて温度上昇限界許容値を演算する温度上昇許容値演算手段と、上記構成要素の温度上昇限界許容値と上記カゴ負荷と上記次回停止階とに基づいて上記モータの許容されうる駆動範囲内でかつ上記構成要素の予想される温度上昇量が温度上昇限界許容値以内に最短時間で上記乗客カゴが次回停止階に到達するカゴ速度パターンを<u>演算</u>するカゴ速度パターン生成手段とを備えたものである。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

[0013]

また、上記速度パターン生成手段は、カゴ速度パターンを<u>演算</u>する際に、カゴ最高速度、カゴ加速度、カゴ加速度の変化率の上限を定めるものである。

<u>また、上記構成要素温度検出手段は、上記温度を電子機器に流れる電流値の関数として</u>推定するものである。

また、上記カゴ速度パターン生成手段は、上記モータに与えられるカゴ速度駆動指令に 関連したモータトルク波形を上記構成要素に流れる電流値に換算し、その電流値波形が上 記温度上昇限界許容値の関数によって制約される条件に基づいてカゴ速度パターンを<u>演算</u> するものである。

また、上記次回停止階設定手段は、上記カゴ速度パターンを<u>演算</u>するための次回停止階をエレベータの起動回数とカゴ出発階から次に停止する停止決定階までの移動距離の統計量から求めたカゴの平均停止階とするものである。

また、上記次回停止階設定手段は、上記カゴの平均停止階を各出発階床における、停止決定階への移動時間の期待値が最小となる停止階として設定するものである。

また、上記次回停止階設定手段は、上記カゴの平均停止階を乗客需要の異なる時間帯毎の停止決定階の統計量に基づいて設定するものである。

また、上記カゴ速度パターン生成手段は、上記次回停止階と上記カゴの平均停止階を比較してカゴ速度パターンを演算するものである。

また、上記カゴ速度パターン生成手段は、カゴが停止可能な停止可能階と上記カゴの平均停止階を比較してカゴ速度パターンを演算するものである。

<u>また、上記カゴ速度パターン生成手段は、カゴ速度パターンとしてカゴ速度、カゴ加速</u>度、またはカゴ加速度の変化率の少なくともひとつを演算するものである。

<u>また、カゴ負荷、および次回停止階と速度パターンとが対応付けられて記載されたテー</u> ブルが設けられている。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 4

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書 【補正対象項目名】0015 【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書 【補正対象項目名】0016 【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書 【補正対象項目名】0017 【補正方法】削除 【補正の内容】

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書 【補正対象項目名】0018 【補正方法】削除 【補正の内容】

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書 【補正対象項目名】0019 【補正方法】削除 【補正の内容】

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書 【補正対象項目名】0094

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0094】 【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、乗客カゴにロープを介して連結された釣合錘を有する巻上機を駆動するエレベータにおいて、上記乗客カゴ<u>のカ</u>ゴ負荷を計測するカゴ負荷検出手段と、次回停止階を設定する次回停止階設定手段と上記カゴ負荷検出手段によって得られるカゴ負荷と上記次回停止階設定手段によって設定される次回停止階とに基づいて次回停止階に上記乗客カゴが到達するカゴ速度パターンを<u>演算</u>するカゴ速度パターン生成手段とを備えたので、乗客の移動時間が短縮され、カゴの運行効率が上がるという効果がある。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 9 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

# [0095]

また、この発明によれば、インバータで給電されるモータにより、乗客カゴにロープを介して連結された釣合錘を有する巻上機を駆動するエレベータにおいて、上記乗客カゴの力ゴ負荷を計測するカゴ負荷検出手段と、次回停止階を設定する次回停止階設定手段と、上記インバータを構成する構成要素の温度を計測する構成要素温度検出手段と、上記構成要素温度上昇限界値を設定する限界温度設定手段と、上記構成要素温度検出手段から得られる構成要素温度と上記限界温度設定手段で設定された温度上昇限界値とに基づいて温度上昇限界許容値を演算する温度上昇許容値演算手段と、上記構成要素の温度上昇限界許容値と上記かゴ負荷と上記次回停止階とに基づいて上記モータの許容されうる駆動範囲内でかつ上記構成要素の予想される温度上昇量が温度上昇限界許容値以内に最短時間で上記乗客カゴが次回停止階に到達するカゴ速度パターンを演算するカゴ速度パターン生成手段とを備えたので、温度上昇による電子機器等の構成要素の破壊を防止できる範囲内で乗客の移動時間が短縮されるという効果がある。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 9 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

[0096]

また、上記速度パターン生成手段は、カゴ速度パターンを<u>演算</u>する際に、カゴ最高速度、カゴ加速度、カゴ加速度の変化率の上限を定めるので、エレベータの乗り心地を改善できるという効果がある。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 9 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

[0097]

また、上記カゴ速度パターン生成手段は、上記モータに与えられるカゴ速度駆動指令に 関連したモータトルク波形を上記構成要素に流れる電流値に換算し、その電流値波形が上 記温度上昇限界許容値の関数によって制約される条件に基づいてカゴ速度パターンを演算 するので、構成要素に流れる電流波形からその温度上昇量を予測し、電子機器等の構成要 素の破壊を防止できる範囲内で乗客の移動時間が短縮されるという効果がある

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 9 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

[0098]

また、上記次回停止階設定手段は、上記カゴ速度パターンを<u>演算</u>するための次回停止階をエレベータの起動回数とカゴ出発階から次に停止する停止決定階までの移動距離の統計量から求めたカゴの平均停止階とするので、エレベータの起動回数毎に次回停止階を設定する必要が無くなり、以て、演算処理が簡略化され、速度パターンの生成処理が速くなり、さらに、平均停止階以上に次回停止階が設定された後カゴの移動開始後のカゴ呼びのために次回停止階が変更された場合に、運行時間が従来法と比べて短縮できるという効果がある。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 1 0 1

【補正方法】変更

# 【補正の内容】

# [0101]

また、上記カゴ速度パターン生成手段は、上記次回停止階と上記カゴの平均停止階を比較してカゴ速度パターンを演算するので、次回停止階を平均停止階と設定して速度パターンを演算する場合よりも確実に早く到達する速度パターンを演算するための停止階が存在する場合に、その停止階を次回停止階に設定することができ、さらに運行効率が改善されるという効果がある。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 1 0 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

[0102]

また、上記カゴ速度パターン生成手段は、カゴが停止可能な停止可能階と上記カゴの平均停止階を比較してカゴ速度パターンを<u>演算</u>するので、平均停止階が停止可能階でない場合に、次回停止階を平均停止階に設定して演算した速度パターンを用いて運行することで運行時間が遅くなることを回避でき、運行効率が改善されるという効果がある。